

P O L I T E C H N I K A Ł Ó D Z K A

PROGRAM RAMOWY  
STUDIÓW MAGISTERSKICH

DLA KIERUNKU

**ELEKTRONIKA**

Ł Ó D Ź 1986

WYDANO ZA ZGODĄ JM REKTORA POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ

WYDAWNICTWO MA CHARAKTER INFORMACYJNY



WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ  
93-005 Łódź, ul. Wólczańska 219

Nakład 100 + 30 egz. Ark. wyd. 3,5. Ark. druk. 4,75. Papier druk. kl. IV 70 g. 61 × 86  
Druk ukończono w listopadzie 1986 r. Zamówienie 127/85  
Wykonano w Zakładzie Poligraficznym PL, 93-005 Łódź, ul. Wólczańska 219

## SPIS TREŚCI

Metody dydaktyczne i organizacja toku studiów . . . . .	5
Profil absolwenta specjalności Aparatura Elektroniczna . . .	7
Programy ramowe przedmiotów wspólnych dla kierunku . . . . .	9
Programy ramowe przedmiotów specjalności i kierunków dyplomo- mowania . . . . .	45
Plany studiów . . . . .	77



## METODY DYDAKTYCZNE I ORGANIZACJA TOKU STUDIÓW

W celu realizacji wykształcenia podstawowych cech absolwenta specjalności Aparatura Elektroniczna kierunku Elektronika przy Wydziale Elektrycznym Politechniki Łódzkiej wprowadza się następujące formy i metody dydaktyczne:

1. obok tradycyjnych ćwiczeń audytoryjnych są prowadzone zajęcia projektowe również w grupie przedmiotów podstawowych; zajęcia te mają na celu wdrożenie studenta do samodzielnego rozwiązywania problemów bardziej skomplikowanych niż tradycyjne zadania na ćwiczeniach audytoryjnych; przewiduje się stopniowe wprowadzanie do tych zajęć wymagających od studenta samodzielnego poznawania literatury przedmiotu;

2. formy dydaktyczne zajęć laboratoryjnych przewidują wdrożenie studenta do różnorodnych metod pracy laboratoryjnej w laboratoriach przedmiotów podstawowych w takim stopniu, aby można było od niego wymagać w dalszych laboratoriach stopniowo coraz większej samodzielności w zestawieniu możliwych wariantów ćwiczeń, projektowaniu zakresu badań oraz doborze metody pomiarowej;

3. studia na specjalności Aparatura Elektroniczna w Politechnice Łódzkiej nie przewidują tradycyjnych specjalizacji; na ich miejsce wprowadza się w semestrach przeddyplomowych obieralne przedmioty specjalistyczne;

4. w semestrach VIII i IX są prowadzone pracownie problemowe mające charakter laboratoryjnych prac przejściowych; zadania wykonywane w tych pracowniach są tak formułowane, aby student dokonywał przeglądu literatury, projektował zakres doświadczeń, zestawiał aparaturę, przeprowadzał badania i opracowywał wyniki; przewiduje się ścisłe powiązanie tematyki pracowni problemowych z tematyką prac badawczych odpowiednich zespołów naukowo problemowych instytutu prowadzącego specjalność;

5. tematy prac dyplomowych są wydawane na początku semestru VIII seminarium dyplomowe i konsultacje dyplomowe są prowadzone

na semestrach IX i X ; na semestrze VIII student jest obowiązany dokonać pełnego przeglądu literatury i opracować program właściwych badań do pracy dyplomowej; powyższa organizacja studiów na ostatnich semestrach, a także obciążenie godzinowe tych semestrów powinno umożliwić udział dyplomantów w monograficznych wykładach nadobowiązkowych rozszerzających ich wykształcenie ogólne.

## PROFIL ABSOLWENTA SPECJALNOŚCI APARATURA ELEKTRONICZNA

Absolwent specjalności Aparatura Elektroniczna na kierunku Elektronika prowadzonej przy Wydziale Elektrycznym Politechniki Łódzkiej.

- jest przygotowany do pracy badawczej i do tworzenia nowych rozwiązań konstrukcyjnych bądź systemowych, jak również do pracy naukowo-dydaktycznej w szkolnictwie wyższym,
- jest wdrożony do aktywnego korzystania z wiedzy teoretycznej oraz do ciągłego samokształcenia na podstawie literatury,
- potrafi prowadzić badania eksperymentalne oraz korzystać z elektronicznej techniki obliczeniowej,
- posiada w obranej dyscyplinie specjalistycznej zasób wiedzy inżynierskiej gwarantujący jego pomyślny start zawodowy.

Absolwent ma duży zasób wiedzy teoretycznej z przedmiotów podstawowych: matematyki, fizyki, elementów półprzewodnikowych teorii obwodów i układów elektronicznych, miernictwa - zaprogramowanych we właściwy sposób dla kierunku Elektronika. Jest to wiedza opanowana w sposób pozwalający na aktywne korzystanie z niej przy samodzielnym rozwiązywaniu problemów.

Absolwent ma ugruntowaną wiedzę teoretyczną i umiejętności techniczne w zakresie przedmiotów podstawowych dla specjalności Aparatura Elektroniczna, takich jak : podstawy technologii układów elektronicznych, systemy mikroprocesorowe, systemy informatyki, podzespoły energoelektroniki. Stanowią one bazę dla dalszego wyboru grupy przedmiotów obieralnych, określających uprofilowanie w jednej z dziedzin:

- aparatura energoelektroniczna,
- elektroniczna aparatura przemysłowa,
- elektroniczna aparatura informatyki i teletechniki,
- elektroniczna aparatura medyczna,
- elektroniczny sprzęt powszechnego użytku.

Wybór określonej grupy przedmiotów specjalistycznych / na semestrze VII - IX/ wraz z odpowiednio ukierunkowanymi pracowniami problemowymi umożliwia absolwentowi pełne ukształtowanie specjalistyczne i przygotowanie do pracy zawodowej w obranym kierunku .

Absolwenci kończący studia specjalności Aparatura Elektroniczna na kierunku Elektronika mogą być zatrudnieni w instytutach badawczych oraz ośrodkach rozwojowych przemysłu w zakresie projektowania, budowy i badania, jak również eksploatacji aparatury elektronicznej urządzeń energoelektronicznych oraz aparatury teletechnicznej i informatycznej.



## BEZPIECZEŃSTWO PRACY PRZY URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH

### 1. Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
II	1 <sup>e</sup>	-	-	-

### 2. Treść wykładu

Semestr II . . . . . 15 godz.

Wstępne wiadomości o bezpieczeństwie pracy. Działanie prądu elektrycznego na organizm człowieka. Niebezpieczeństwo porażień przy obsłudze urządzeń elektrycznych. Zabezpieczenie przed porażeniem. Uziemienie ochronne jako środek ochrony przeciwporażeniowej. Zero-  
wanie jako środek ochrony przeciwporażeniowej. Inne środki ochrony przeciwporażeniowej. Sprzęt ochronny. Zasady bezpiecznego przyłączenia do sieci odbiorników ruchomych i ręcznych. Postępowanie w razie pożaru urządzeń elektrycznych. Pierwsza pomoc w nagłych wypadkach.

Uwalnianie porażonych spod napięcia. Udzielanie pomocy przedlekarskiej osobom porażonym prądem elektrycznym. Metody sztucznego oddychania. Ekonomiczne skutki wypadkowości pracy.

## ANALIZA MATEMATYCZNA

## 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
I	2	1	-	1
II	2 <sup>e</sup>	2	-	1

## 2. Treść wykładu

Semestr I . . . . . 30 godz.

Uzupełnienie wiadomości z rachunku różniczkowego. Uzupełnienie wiadomości o ciągach. Liczba  $e$ . Granica i ciągłość funkcji. Ciągłość jednostajna. Różniczkowanie. Twierdzenie o pochodnej funkcji odwrotnej. Pochodne funkcji wykładniczej, logarytmicznej i funkcji kołowych.

Badanie funkcji. Twierdzenie Rolle'a, Lagrange'a i Taylora. Reguła de l'Hospitala. Wklęsłość, wypukłość, punkty przegięcia i asymptoty wykresu funkcji. Całka oznaczona i nieoznaczona. Całka Riemanna. Warunki całkowalności. Całka nieoznaczona. Całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych. Zastosowanie geometryczne całki Riemanna. Szeregi liczbowe. Kryteria: porównawcze, d'Alemberta, Cauchy'ego, Leibniza. Zbieżność bezwzględna. Całka niewłaściwa. Całka niewłaściwa w przedziale nieskończonym. Kryterium całkowe zbieżności szeregów. Całka niewłaściwa funkcji nieograniczonej. Funkcje wielu zmiennych. Granica ciągłość, pochodne cząstkowe funkcji wielu zmiennych. Przyrosty i różniczki. Różniczkowalność. Pochodne funkcji złożonej. Zmiana zmiennych. Ekstremum funkcji wielu zmiennych. Funkcja uwikłana.

Semestr II . . . . . 30 godz.

Funkcje zmiennej zespolonej. Płaszczyzna zespolona. Funkcje zespolone. Pochodna zespolona. Równanie Cauchy'ego - Riemanna. Funkcje holomorficzne. Ciągi i szeregi funkcji holomorficznych. Odzworowanie konforemne na przykładzie funkcji stopnia pierwszego, inwersji i funkcji wykładniczej. Całka krzywoliniowa funkcji zmiennej zespolonej. Twierdzenie Cauchy'ego. Szeregi Taylora i Laurenta. Residuum funkcji. Całka podwójna, potrójna, krzywoliniowa i

Stieltjesa. Całka podwójna. Zmiana zmiennych w całce podwójnej. Jakobian. Całka potrójna. Całka krzywoliniowa. Twierdzenie Gaussa-Ostrogradskiego. Twierdzenie Stokes'a-Ampera. Całka Stieltjesa .  
Ciągi i szeregi funkcyjne. Zbieżność i zbieżność jednostajna. Kryterium Weierstrassa. Szeregi potęgowe. Ciągi i szeregi ortogonalne. Elementy teorii miary.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr I . . . . . 15 godz.

Semestr II. . . . . 30 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

### 4. Ćwiczenia projektowe

Semestr I . . . . . 15 godz.

Semestr II. . . . . 15 godz.

Ćwiczenia projektowe dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## ALGEBRA I TEORIA MNOGOŚCI

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
I	4 <sup>e</sup>	3	-	-

### 2. Treść wykładu

Semestr I . . . . . 60 godz.

Elementy algebry ogólnej. Podstawowe pojęcia algebry: działanie, homomorfizm, podalgebra. Pojęcie grupy, pierścienia i ciała. Grupa permutacji. Ciało liczb zespolonych. Własności geometryczne płaszczyzny i liczb zespolonych. Rozkład funkcji wymiernej na ułamki proste. Przestrzenie liniowe. Definicja i przykłady przestrzeni liniowych. Baza i wymiar, macierz przekształcenia liniowego. Algebra macierzy. Układy równań liniowych. Definicja i własności wyznacznika, wzory Cramera, twierdzenie Kroneckera-Capelli. Iloczyn skalarny, wektorowy, mieszany. Prosta i płaszczyzna w  $R^3$ . Postać kanoniczna Jordana macierzy. Podprzestrzenie niezmiennicze. Wartości i wektory własne. Wielomian charakterystyczny, sprowadzenie macierzy do postaci kanonicznej Jordana. Twierdzenie Hamiltona-Cayley'a. Funkcje macierzy. Formy kwadratowe. Macierz formy kwadratowej, sprowadzenie formy do postaci kanonicznej metodą Lagrange'a, Jacobiego i za pomocą przekształcenia ortogonalnego. Kryterium Sylvestra określoności formy. Powierzchnia stopnia II w  $R^3$ . Elementy logiki. Rachunek zdań. Dwuelementowa algebra Boole'a i jej interpretacje w technice. Funkcje zdaniowe i kwantyfikatory. Prawo rachunku funkcyjnego. Zbiory i relacje. Iloczyn kartezjański, relacje i funkcje. Uogólnione sumy i iloczyny zbiorów. Ciało podzbiorów przestrzeni. Relacja równoważności, relacja porządku. Moc zbiorów, zbiory równoliczne. Elementy topologii. Przestrzenie metryczne. Zbieżność ciągu punktów. Domknięcie i wnętrze zbioru. Funkcje ciągłe, homeomorfizmy. Przestrzeń zwarta i przestrzeń zupełna. Twierdzenie Banacha o punkcie stałym i jego zastosowanie. Zbiory spójne i łąkowo spójne. Twierdzenie Darboux. Elementy teorii grafów. Graf niezorientowany, zorientowany, droga

w grafie. Podgrafy i cykle. Twierdzenie Eulera o jednobieżności .  
Własności grafów płaskich.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr I . . . . . .45 godz.

Ćwiczenia dotyczące zagadnień zawartych w treści wykładu.

## RÓWNANIA RÓŻNICZKOWE

## 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
II	2	1	-	-

## 2. Treść wykładu

Semestr II . . . . . 30 gpdz.  
Wiadomości wstępne o równaniach zwyczajnych. Rząd równania, całka szczególna, zagadnienia Cauchy'ego, krzywa całkowa, całka ogólna.  
Równania różniczkowe rzędu pierwszego. Równania o zmiennych rozdzielonych. Równania liniowe rzędu pierwszego. Równanie Bernoulli'ego. Twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania równania  $y' = f(x, y)$  z dowodem opartym na twierdzeniu Banacha o punkcie stałym. Równania różniczkowe liniowe rzędu drugiego. Równania o stałych współczynnikach. Równanie charakterystyczne, układ podstawowy rozwiązań, metoda uzmienniania stałych oraz metoda przewidywań. Równanie różniczkowe Bessela. Funkcje Bessela pierwszego i drugiego rodzaju. Układy równań różniczkowych. Metoda eliminacji i metoda całek pierwszych, Rozwiązanie układów równań różniczkowych metodą macierzystą. Przekształcenia całkowe. Wzór całkowy Fouriera. Równania fizyki matematycznej. Równanie Laplace'a, równanie przewodnictwa, równanie struny. Klasyfikacja liniowych równań różniczkowych cząstkowych rzędu drugiego. Struna ograniczona i nieograniczona. Warunki graniczne: początkowe i brzegowe. Wzór d'Alemberta. Metoda Fouriera.

## 3. Ćwiczenia audytoryjne:

Semestr II . . . . . 15 godz.  
 Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## METODY PROBABILISTYCZNE

## 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
III	2	1	-	1

## 2. Treść wykładu

Semestr III . . . . . 30 godz.

Podstawowe pojęcia rachunku prawdopodobieństwa. Prawdopodobieństwo i jego interpretacja. Przestrzeń probabilistyczna. Definicje prawdopodobieństwa: klasyczna i geometryczna. Zdarzenia warunkowe. Układ zupełny zdarzeń, prawdopodobieństwo całkowite, wzór Bayesa. Niezależność zdarzeń. Zmienne losowe jednowymiarowe. Zmienna losowa w  $R^1$ . Dystrybuanta. Rozkłady dyskretne, ciągłe, mieszane, pojęcia z nimi związane, własności, przykłady. Funkcje zmiennej losowej i ich zastosowania. Rozkłady warunkowe. Wartość oczekiwana. Momenty zmiennej losowej, wariancje. Nierówność Czebyszewa. Zmienne losowe dwuwymiarowe. Zmienne losowe w  $R^2$ . Rozkłady w  $R^2$ . Dystrybuanta. Rozkłady dyskretne, ciągłe, inne typy rozkładów. Rozkłady brzegowe. Niezależność. Funkcje zmiennej losowej w  $R^2$  i ich zastosowania. Rozkłady warunkowe. Regresja jako przykład zastosowania rozkładów warunkowych. Modele regresyjne. Wzór Bayesa dla zmiennych losowych. Momenty zmiennej losowej w  $R^2$ . Korelacja, kowariancja, współczynnik korelacji. Zmienne losowe n-wymiarowe. Zmienne losowe w  $R^n$ . Wektor wartości oczekiwanych, macierz kowariancji. Wielowymiarowy rozkład normalny. Ciągi zmiennych losowych. Zbieżność ciągu zmiennych losowych. Prawa wielkich liczb. Centralne twierdzenie graniczne. Rola rachunku prawdopodobieństwa w technice. Procesy stochastyczne. Definicja procesu stochastycznego. Klasyfikacja procesów: o przyrostach nieskorelowanych, niezależnych, jednorodnych, procesy Markowa. Proces Poissona i Wienera. Rozkłady procesów. Charakterystyki procesów: wartość oczekiwana, korelacja, kowariancja i ich własności. Stacjonarność w węższym i szerszym zakresie. Ciągłość, pochodna i całka procesu. Przykłady. Ergodyczność.

3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr III . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

4. Ćwiczenia projektowe

Semestr III . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia projektowe dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.



## FIZYKA

## 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
III	3 <sup>e</sup>	-	-	1
IV	3 <sup>e</sup>	-	-	1

## 2. Treść wykładu

Semestr III . . . . . 45 godz.

Elementy mechaniki. Układy odniesienia. Newtonowska koncepcja przestrzeni i czasu. Zasady dynamiki. Układy punktów materialnych. Ruch w polu sił centralnych. Ruchy drgające. Einsteinska koncepcja przestrzeni i czasu. Szczególna teoria względności. Ruch falowy. Fale w ośrodkach sprężystych. Równanie falowe. Interferencja fal. Fale akustyczne. Fonony. Elementy termodynamiki. Zasady termodynamiki. Bezwzględna skala temperatur. Entropia. Statystyczna interpretacja antropii. Funkcje termodynamiczne. Elementy fizyki statystycznej. Statystyki klasyczne i kwantowe. Promieniowanie ciała doskonale czarnego.

Semestr IV . . . . . 45 godz.

Elementy optyki. Przejście światła przez granicę dielektryków. Dyfrakcja i interferencja światła. Rozpraszanie światła. Fale elektromagnetyczne w ośrodkach anizotropowych. Efekty elektro- i magneto- optyczne. Postulaty Plancka. Fotonowe oddziaływanie światła. Budowa materii. Model atomu Bohra i Sommerfelda-Bohra. Postulaty de Broglie'a. Falowe równanie ruchu cząsteczek. Równanie Schrodingera i jego rozwiązanie dla wybranych przypadków. Atom - model kwantowo - mechaniczny. Cząsteczka. Periodyczny potencjał - ciało stałe. Model pasmowy. Statystyka Fermiego - Diraca. Elementy fizyki jądrowej.

## 3. Ćwiczenia projektowe

Semestr III . . . . . 15 godz.

Semestr IV . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia projektowe dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## PROGRAMOWANIE EMC

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
I	2 <sup>e</sup>	2	-	-
II	-	-	2	-

2. Treść wykładu

Semestr I . . . . .30 godz.  
Wstęp. Zakres zastosowania maszyn cyfrowych. Sprzęt i oprogramowanie - podstawy. Zasady działania matematycznej maszyny cyfrowej na przykładzie modelu PMC. Sieci działań. Symbole podstawowe języka ALGOL 60. Liczby, zmienne, wyrażenia arytmetyczne. Instrukcje podstawienia, skoku, warunkowe, wyrażenia boolowskie. Instrukcje cyklu. Zmienne indeksowane. Bloki, przełączniki. Procedury. Zarys automatycznego programowania. Przetwarzanie tradycyjne, przetwarzanie wsadowe. Wieloprogramowanie, wielodostępność. Struktura i zadania ośrodka ET0.

3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr I . . . . .30 godz.  
Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

4. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr II . . . . .30 godz.  
Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## PODSTAWY KONSTRUKCJI ELEKTRONICZNYCH

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
I	2	-	-	1

### 2. Treść wykładu

Semestr I . . . . . 30 godz.

Przemysłowy proces realizacji. Etapy procesu realizacji. Rola konstruowania w procesie realizacji. Przebieg procesu konstruowania. Wymagania techniczno - eksploatacyjne. Projekt wstępny. Projekt techniczny. Czynniki decydujące o wyborze rozwiązań konstrukcyjnych. Kryteria oceny konstrukcji. Wpływ warunków środowiskowych na pracę i trwałość urządzenia. Rodzaje narażeń: termiczne, atmosferyczne, radiacyjne, mechaniczne, biotyczne. Skutki wywołane narażeniami. Kategorie klimatyczne podzespołów i urządzeń. Niezawodność urządzeń elektronicznych. Definicja niezawodności. Miary niezawodności. Prawdopodobieństwo sukcesu. Intensywność uszkodzeń. Średni czas między uszkodzeniami. Projektowanie niezawodności. Rezerwowanie elementów. Ocena urządzenia z punktu widzenia jego niezawodności.

Charakterystyka konstrukcyjna podzespołów elektronicznych. Rezystory, kondensatory, podzespoły indukcyjne, podzespoły czynne, układy scalone. Charakterystyka konstrukcyjna podzespołów mechanicznych. Złącza, przełączniki, podstawki, wyświetlacze informacji. Obwody drukowane. Rodzaje obwodów drukowanych. Projektowanie obwodów drukowanych. Informacje o sposobach wytwarzania obwodów drukowanych. Modularyzacja. Cechy użytkowe modułów. Zasady projektowania modułów. Zalety systemu modułowego w eksploatacji sprzętu elektronicznego. Systemy konstrukcji elektronicznych. Unifikacja i normalizacja konstrukcji nośnych i obwodów. Płyty montażowe. Kasety. Szufłady. Stojaki. Połączenia elektryczne i okablowanie. Połączenia lutowane owijane, zaciskane. Okablowanie : przewody, wiązki, płaskie kable, wielowarstwowe szyny zasilające. Kryteria wyboru połączeń. Systemy rozpraszania ciepła w aparaturze elektronicznej. Źródła ciepła w aparaturze. Mechanizmy przesy-

łania ciepła. Rozpraszacze, wentylatory. Dokumentacja konstrukcyj-  
na. Podstawowe wymagania. Normy. Metody wykonywania rysunków. Ma-  
teriały i techniki kreślarskie.

### 3. Ćwiczenia projektowe

Semestr I . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia projektowe dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## ELEKTRYCZNOŚĆ I MAGNETYZM

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
I	2	1	-	-

2. Treść wykładu

Semestr I . . . . . 30 godz.  
Wstęp. Układ jednostek SI. Pole elektryczne. Podstawowe pojęcia i zależności. Prawa Coulomba i Gaussa. Przykłady pól. Potencjał elektryczny. Energia pola elektromagnetycznego. Pojemność elektryczna. Kondensatory. Przenoszenie ładunku. Gęstość prądu. Przewodnictwo elektryczne i prawo Ohma. Moc i energia prądu elektrycznego. Pole magnetyczne. Podstawowe pojęcia i zależności. Własności magnetyczne ciała. Histereza magnetyczna. Prawo Biot - Savart'a . Prawo przepływu. Obwody magnetyczne. Energia pola magnetycznego . Straty energii w ferromagnetyku. Indukcja elektromagnetyczna. Wiadomości podstawowe. Indukcja własna i wzajemna. Siły elektrodynamiczne. Cewki magnetycznie sprzężone. Elementarne wiadomości o obwodach RLKM. Źródła napięcia i prądu. Prawo Ohma i Kirchhoffa. Zasada superpozycji

3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr I . . . . . 15 godz.  
Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## TEORIA OBWODÓW

## 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
II	4 <sup>e</sup>	2	-	-
III	3	2	2	-
IV	2 <sup>e</sup>	-	-	2

## 2. Treść wykładu

Semestr II . . . . . 60 godz.  
 Elementy obwodów elektrycznych. Źródła sterowane. transformator idealny, żyrator idealny, rotator, konwerter ujemno - impedancyjny. Wzmacniacz operacyjny i jego zastosowania. Układy aktywne i pasywne. Podstawy topologii obwodów. Obwody rezystancyjne liniowe. Twierdzenie o przenoszeniu źródła, twierdzenie o kompensacji, transfiguracja gwiazda - trójkąt, twierdzenie Thevenina - Nortona. Obwody liniowe prądu sinusoidalnego w stanie ustalonym. Zastosowanie metody liczb zespolonych w analizie obwodów. Twierdzenie Tellegena, moc i energia. Dopasowanie odbiornika do źródła ze względu na moc czynną. Obwody zawierające cewki magnetyczne sprzężone. Dobór cewki i kondensatora. Rezonans prądów i napięć. Metoda potencjałów węzłowych. Twierdzenie o wzajemności. Przebiegi okresowe i prawie okresowe. Obwody liniowe pobudzane okresowymi wymuszeniami odkształconymi. Wiadomości podstawowe o obwodach nieliniowych. Obwody zawierające cewki z rdzeniem ferromagnetycznym. Stany nieustalone - metoda klasyczna. Rachunek operatorowy, podstawowe twierdzenia i zależności. Zastosowanie rachunku operatorowego w analizie obwodów liniowych. Przekształcenie Z. Macierzowa analiza obwodów liniowych. Metody fundamentalnych pętli, fundamentalnych przekrojów, potencjałów węzłowych i prądów oczkowych w ujęciu macierzowym.

Semestr III . . . . . 45 godz.  
 Metoda równań stanu. Formułowanie równań stanu w obwodach liniowych RLCM oraz w obwodach nieliniowych. Elementy teorii czwórników

ków SLS. Równania czwórników, odwracalność i pasywność czwórnika, czwórniki symetryczne. Połączenia czwórników. Funkcje charakteryzujące obwody liniowe. Transmitancja operatorowa i widmowa. Charakterystyki częstotliwościowe. Wpływ biegunów i zer na charakterystykę amplitudową. Interpretacja fizyczna biegunów i zer transmitancji. Odpowiedź impulsowa i jednostkowa. Schematy blokowe i grafy sygnałowe. Elementy syntezy dwójników. Twierdzenia Brune'a - Raisbacka i Botta - Duffina. Dwójniki reaktancyjne. Dwójniki RC i RL. Warunki pasywności czwórnika, realizowalność transmitancji. Układy aktywne. Obwody o parametrach rozłożonych - elementy teorii linii długiej. Przekształcenie Fouriera i jego zastosowanie w teorii obwodów.

Semestr IV. . . . . 30 godz.  
 Analiza wrażliwości obwodów. Badania wrażliwości metodą obwodu przyrostowego. Metoda obwodów dołączonych. Obliczanie wrażliwości nieliniowych obwodów d.c. Filtry częstotliwościowe. Filtry typu k i m. Filtry Butterwortha i Czebyszewa. Geometryczna analiza układów drugiego rzędu. Płaszczyzna fazowa, klasyfikacja punktów osobliwych, portret fazowy układów nieliniowych. Ogólna teoria stabilności układów elektrycznych. Stabilność rozwiązania i stabilność układu. Definicje Lapunowa i Lagrange'a. Pierwsza i druga metoda Lapunowa. Stabilność rozwiązań w układach autonomicznych. Przekształcenie Hilberta, wzór Bode'go, układy minimalno - fazowe. Wybrane zagadnienia teorii obwodów nieliniowych.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr II . . . . . 30 godz.

Semestr III . . . . . 30 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

### 4. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr III . . . . . 30 godz.

Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

### 5. Ćwiczenia projektowe

Semestr IV . . . . . 30 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## PODSTAWY MIERNICTWA

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
I	3 <sup>e</sup>	1	-	-
II	-	-	4	-

### 2. Treść wykładu

Semestr I . . . . . 45 godz.  
 Podstawowe pojęcia metrologii. Układ jednostek SI. Błędy pomiarowe, ich źródła i klasyfikacja. Podstawy matematyczne obliczania błędów przypadkowych. Błędy systematyczne. Zasady opracowania wyników pomiarów.  
 Metody pomiarowe. Właściwości mierników elektromechanicznych. Przetworniki pomiarowe. Pomiar parametrów sygnałów elektrycznych. Pomiar mocy.  
 Oscyloskop elektroniczny. Cyfrowe pomiary czasu i częstotliwości. Cyfrowe pomiary napięć i prądów. Pomiar RLCZY-metody mostkowe. Automatyzacja pomiarów. Podstawy pomiarów wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi.  
 Kierunki rozwojowe techniki pomiarowej.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr I . . . . . 15 godz.  
 Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

### 4. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr II . . . . . 60 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień związanych z treścią wykładu.



## PODSTAWY ELEKTRONIKI PÓŁPRZEWODNIKÓW

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
II	2 <sup>e</sup>	1	-	-

### 2. Treść wykładu

Semestr II . . . . . 30 godz.

Elementy mechaniki kwantowej. Własności falowe materii, Równanie Schrodingera. Mechanika falowa swobodnego elektronu. Stany elektronowe w atomie. Zasada Pauliego. Model pasmowy półprzewodników. Struktura krystaliczna ciała stałego. Ruch elektronu w polu periodycznym. Strefy Brillouina. Pasma energetyczne. Pojęcie dziury-masa efektywna elektronu i dziury. Poziomy domieszkowe i powierzchniowe. Pojęcie fononu. Statystyka elektronów w stanie równowagi termodynamicznej. Statystyka Fermiego - Diraca. Koncentracja nośników w półprzewodniku samodzielnym i domieszkowym. Zjawiska regeneracji i rekombinacji, transport nośników. Przepływ prądu unoszenia i prądu dyfuzji. Równanie ciągłości. Równanie Poissona. Transport nośników w półprzewodniku jednorodnym. Zjawiska w półprzewodnikach niejednorodnych. Własności optyczne półprzewodników. Pochłanianie rekombinacyjne spontaniczne i stymulowane. Zjawiska fotoelektryczne. Zjawiska na styku metal - półprzewodnik. Złącze p-n. Rozkład pola elektrycznego i ładunku przestrzennego. Złącze spolaryzowane w kierunku przewodzenia i w kierunku zaporowym. Szczególne własności materiałów półprzewodnikowych. Zjawiska w polu elektrycznym i w polu magnetycznym. Efekty cieplne w półprzewodnikach.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr II . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## PRZYRZĄDY PÓŁPRZEWODNIKOWE

1. Godziny zajęć tygodnowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
III	4 <sup>e</sup>	1	-	-
IV	-	-	3	-

2. Treść wykładu

Semestr III . . . . . 60 godz.

Podstawowe procesy technologiczne przyrządów półprzewodnikowych .

Podstawowe własności elementów półprzewodnikowych z punktu widzenia zastosowań układowych. Diody półprzewodnikowe. Złącze p - n w stanie równowagi. Pojemność złączowa. Charakterystyki statyczne złącza idealnego. Zjawiska przy dużych napięciach wstecznych. Właściwości przy małych sygnałach. Stany przejściowe. Wpływ temperatury na parametry i charakterystyki. Szumy. Diody specjalne. Diody Zenera. Diody waraktorowe. Diody tunelowe. Złącze metal-półprzewodnik. Właściwości w stanie równowagi. Charakterystyki statyczne. Właściwości dynamiczne. Szumy. Struktura metal-izolator-półprzewodnik. Rozkład potencjałów i ładunków w stanie równowagi. Właściwości statyczne i dynamiczne. Szumy. Przyrządy półprzewodnikowe dwuelektrodowe o strukturze MIS: waraktory, diody elektroluminescencyjne, fotodetektory. Przyrządy MIS o sprzężeniu ładunkowym. Tranzystory bipolarne. Charakterystyki statyczne. Właściwości przy małych sygnałach. Właściwości impulsowe. Problemy termiczne. Szumy. Specjalne wykonania tranzystorów bipolarnych. Tyrystory i struktury wielowarstwowe. Charakterystyki statyczne i dynamiczne. Rozwiązania specjalne. Tranzystory polowe złączowe /ze złączem p-n/. Charakterystyki statyczne. Właściwości przy małych sygnałach. Właściwości impulsowe. Wpływ temperatury. Szumy. Tranzystory polowe ze złączem metal-półprzewodnik. Tranzystory polowe z izolowaną bramką. Charakterystyki statyczne. Parametry małych sygnałów. Właściwości impulsowe. Problemy termiczne. Szumy. Układy scalone: małej, średniej, dużej i bardzo dużej skali integracji. Przyrządy optoelektroniczne.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr III . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

### 4. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr IV . . . . . 45 godz.

Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## TECHNOLOGIA I MATERIAŁOZNAWSTWO ELEKTRONICZNE

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
IV	2	-	-	-
V	1	-	2	-

### 2. Treść wykładu

Semestr IV . . . . . 30 godz.

Podstawy nauki o materiałach. Struktura materiałów; struktury ciał krystalicznych i bezpostaciowych, defekty struktury krystalicznej. Polimery. Właściwości elektryczne, chemiczne i cieplne materiałów. Starzenie materiałów. Materiały o dużej konduktywności. Materiały na elementy rezystywne; właściwości, parametry, zastosowania. Materiały półprzewodnikowe, parametry, zastosowania. Dielektryki izolacyjne i kondensatorowe; mechanizmy fizyczne przewodnictwa i polaryzacji, straty dielektryczne. Schematy zastępcze. Dielektryki nieorganiczne i organiczne; właściwości, parametry, zastosowania. Obudowy i powłoki, zastosowania. Obudowy i powłoki ochronne, obudowy metalowe, szklane, ceramiczne, obudowy z tworzyw sztucznych. Wybrane zagadnienia technologii impregnacji i hermetyzacji. Materiały magnetyczne; charakterystyki i zastosowania.

Semestr V . . . . . 15 godz.

Technologia cienkowarstwowa; naparowanie próżniowe warstw cienkich napyłanie katodowe. Stabilizacja i korekcja cienkowarstwowych struktur biernych. Elementy cienkowarstwowe bierne; podłoża, rezystory, kondensatory, indukcyjności, warstwy kontaktowe. Technologia grubowarstwowa; materiały podłożowe, warstwy rezystancyjne, przewodzące, dielektryczne, proces technologiczny wytwarzania mikroukładów. Wybrane zagadnienia mikromontażu. Zarys technologii półprzewodnikowych układów scalonych.

### 3. Laboratorium

Semestr V . . . . . 30 godz.

Ćwiczenia laboratoryjne dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## METODY NUMERYCZNE

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
III	2	1	-	-

### 2. Treść wykładu

Semestr III . . . . . 30 godz.

Wiadomości wstępne, dotyczące zastosowania metod numerycznych w analizie i projektowaniu układów elektronicznych. Przykład analizy układów półprzewodnikowych metodą symulacji komputerowej. Metody układania i rozwiązywania równań liniowych. Układanie równań węzłowych dla liniowych sieci rezystancyjnych przy wykorzystaniu macierzy topologicznych; incydencji, cykli, rozcięć. Podstawowe metody numeryczne rozwiązywania układu równań liniowych; algorytm eliminacji Gaussa, rozkład LU, algorytm Crouta. Przykład rozwiązywania równań dla układów liniowych przy sterowaniu napięciami stałymi i sinusoidalnie zmiennymi. Metody macierzy rzadkich. Optymalny algorytm Crouta. Metody układania i rozwiązywania równań nieliniowych. Topologiczne formułowanie równań węzłowych dla układów nieliniowych. Metoda punktu stałego. Algorytm Newtona-Raphsona dla równania z jedną niewiadomą. Szybkość zbieżności. Algorytm Newtona-Raphsona dla układu  $n$  równań. Przykład rozwiązywania równań węzłowych układów nieliniowych. Metody układania i rozwiązywania równań stanu liniowych układów dynamicznych. Metody numeryczne rozwiązywania równań stanu w dziedzinie czasu i dziedzinie częstotliwości. Zagadnienia wartości własnych macierzy.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr III . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## ANALIZA I PROJEKTOWANIE KOMPUTEROWE UKŁADÓW ELEKTRONICZNYCH

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
IV	2	2	-	-
V	2 <sup>e</sup>	1	-	3

### 2. Treść wykładu

Semestr IV . . . . . 30 godz.  
 Programy analizy komputerowej układów elektronicznych. Program  
 NAP 2. Analiza nieliniowych układów dynamicznych. Formułowanie  
 równań stanu. Algorytmy całkowania numerycznego i ich stabilność.  
 Algorytmy Taylora, Runge'go - Kuty, algorytmy wielokrokowego cał-  
 kowania numerycznego, aproksymacja wielomianowa. Zagadnienia sta-  
 bilności i zbieżności algorytmów wielokrokowych. Wybór rzędu al-  
 gorytmu i wartości kroku. Analiza wrażliwościowa układów elektro-  
 nicznych. Metody: układu przyrostowego i układu dołączonego. Przy-  
 kłady obliczeń wrażliwości wybranych układów półprzewodnikowych  
 liniowych i nieliniowych. Analiza hybrydowa. Algorytmy tworzenia  
 hybrydowego liniowego n-wrotnika rezystancyjnego. Analiza hybrydo-  
 wa sieci nieliniowych. Układanie równań hybrydowych.  
 Algorytmy odcinkowo-liniowe.

Semestr V . . . . . 30 godz.  
 Wiadomości ogólne dotyczące zastosowania metod optymalizacji w  
 projektowaniu układów elektronicznych. Optymalizacja w dziedzinie  
 prądu stałego, przemiennego i stanów przejściowych. Centralne pro-  
 blemy optymalizacji komputerowej w zastosowaniu do układów elektro-  
 nicznych. Kryteria błędu. Funkcje wagi. Funkcje obwo-  
 du. Strategie optymalizacji. Metody bezpośredniego poszukiwania.  
 Metoda Hooke'a i Jeeves'a. Metoda simplexów. Metody gradientowe.  
 Minimalizacja funkcji jednej zmiennej. Metody poszukiwania ekstre-  
 mum z ograniczeniami w zastosowaniu do problemu optymalizacji ob-  
 wodów. Metoda Fletchera-Powella. Porównanie metod i ich efektyw-  
 ności w odniesieniu do optymalizacji układów elektronicznych.

Omówienie typowych programów optymalizacji obwodów w dziedzinie prądu stałego.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr IV . . . . . 30 godz.

Semestr V . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

### 4. Ćwiczenia projektowe

Semestr V . . . . . 45 godz.

Ćwiczenia projektowe dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## TEORIA UKŁADÓW LOGICZNYCH

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
III	2 <sup>e</sup>	1	2	-

### 2. Treść wykładu

Semestr III . . . . . 30 godz.  
 Określenia podstawowe. Zapis dwójkowy, kilka podstawowych kodów ,  
 cechy układów cyfrowych. Algebry Boole'a. Układy kombinacyjne. Ukła-  
 dy sekwencyjne synchroniczne. Automaty synchroniczne i asynchro-  
 niczne; zasady działania i opisu. Minimalizacja liczby stanów we-  
 wnętrzych. Rachunek podziałów, kodowanie stanów wewnętrznych.  
 Elementarne automaty, określenie funkcji wzbudzeń. Układy sekwen-  
 cyjne asynchroniczne statyczne i dynamiczne; sygnały potencjałowe  
 i impulsowe. Minimalizacja tablic statycznych i dynamicznych. Ko-  
 dowanie, wyścigi. Struktury i operatory dynamiczne. Automaty ele-  
 mentarne, hazard. Osobliwości syntezy i symulacji maszynowej. Ukła-  
 dy o podwyższonej niezawodności. Detekcja błędów i testowanie. Syn-  
 teza abstrakcyjna, półgrupy, języki, gramatyki. Maszyny Turinga.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr III . . . . . 15 godz.  
 Ćwiczenia dotyczą zagadnień związanych z treścią wykładu.

### 4. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr III . . . . . 30 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień związanych z treścią wykładu.



## UKŁADY ELEKTRONICZNE

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
IV	4 <sup>e</sup>	2	-	-
V	4 <sup>e</sup>	-	2	-
VI	-	-	4	4

2. Treść wykładu

Semestr IV . . . . . 60 godz.

Właściwości quasiliniowych układów elektronicznych w ujęciu teorii liniowej. Relacje między płaszczyzną częstotliwości i czasu, zniekształcenia liniowe, podstawowe stosowane aproksymacje charakterystyk częstotliwościowych Bode'go, Butterwortha i Thompsona. Wpływ nieliniowości elementów aktywnych, metody graficzne, składowe stałe i zmienne, zniekształcenia nieliniowe. Źródła niestałości punktu pracy elementów sterowanych, stabilizacja liniowa, kompensacja temperaturowa w liniowych układach scalonych. Sprzężenie zwrotne i jego wpływ na: wrażliwość, parametry robocze, stabilność, charakterystyki częstotliwościowe. Metody korekcji, twierdzenie Millera. Pasmowe wzmacniacze małosygnałowe z tranzystorami bi- i unipolarnymi. Struktury, właściwości statyczne, specyfika stopni wejściowych, sprzężenie i odsprzężenie. Charakterystyki częstotliwościowe. Wzmacniacze szerokopasmowe i impulsowe: wpływ GB tranzystora, układy wielostopniowe, struktury. Wzmacniacze napięć stałych. Układy z przetwarzaniem i różnicowe, źródła prądowe i napięciowe skompensowane. Liniowe układy scalone. Wzmacniacze operacyjne - właściwości, parametry, budowa, struktury, kompensacje, podstawowe zastosowania.

Semestr V . . . . . 60 godz.

Wzmacniacze mocy klasy A, B, 2AB, D. Wzmacniacze mocy w.cz. klasy C. Wzmacniacze selektywne w.cz. wielostopniowe synchroniczne i asynchroniczne, stabilność, struktury. Układy selektywne z filtrami jedno- dwu- i trzyobwodowymi, sprzężenie krytyczne i optymalne, wzmacniacze RC. Generatory napięć sinusoidalnych: klasyfikacja,

liniowa i nieliniowa teoria generacji. Stabilizacja częstotliwości i amplitudy drgań. Kompensacja czynników destabilizujących, filtry piezoelektryczne. Struktury LC. Generatory RC z przesuwnikami fazy, mostkiem Wiena, układami "podwójne T". Podstawy syntezy układów generacyjnych, układy z zyratorami i aproksymatorami nieliniowymi, VCO. Zasilacze układów elektronicznych AC/DC, stabilizatory napięć i prądów o działaniu ciągłym i impulsowym, stabilizatory scalone. Wybrane liniowe układy kształtowania impulsów. Teoria, parametry, struktury i właściwości łączników tranzystorowych. Podstawowe realizacje układów logicznych DTL, RTL, ECTL, TTL, CMOS i inne, ograniczniki i bramki. Analiza podstawowych funkcyj logicznych TTL, CMOS na poziomie elementów; Struktury, kompatybilność, własności statyczne i dynamiczne, charakterystyki. Nieliniowe układy kształtowania impulsów: komparatory, dyskryminatory, układy regeneracyjne i przerzutniki z układami scalonymi i elementami dyskretnymi. Generatory przebiegów relaksacyjnych, konwertery A/C i układy czasowej dystrybucji impulsów.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr IV. . . . . 30 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

### 4. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr V . . . . . 30 godz.

Semestr VI. . . . . 60 godz.

Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

### 5. Ćwiczenia projektowe

Semestr VI. . . . . 60 godz.

Ćwiczenia projektowe dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## TEORIA POLA

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
V	2	1	-	-

2. Treść wykładu

Semestr V . . . . . 30 godz.

Określenia i założenia klasycznej teorii pola. Równania Maxwella i ich rozwiązanie. Płaska fala monochromatyczna. Moc i energia. Fala płaska w dielektrykach i przewodnikach rzeczywistych. Twierdzenie Poyntinga w postaci rzeczywistej i zespolonej. Odbicie i załamanie fal. Fala padająca prostopadłe i ukośnie na płaszczyznę rozdziału ośrodków. Fale w ośrodkach uwarstwionych. Potencjały elektrostatyczne i magnetyczne. Wektory Hertza. Fale w liniach przemyślowych. Typy fal i linii przemyślowych. Linia współosiowa. Własności falowodów o przewodzących ściankach. Falowód prostokątny i cylindryczny. Schematy zastępcze przy niejednorodnościach w falowodach. Dipol Hertza jako najprostszy przykład anteny. Własności anten. Antena półfalowa. Anteny proste i złożone.

3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr V . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## PODSTAWY AUTOMATYKI

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
IV	2 <sup>e</sup>	1	-	-
V	-	-	2	-

### 2. Treść wykładu

Semestr IV. . . . . 30 godz.  
 Podstawowe pojęcia i definicje. Ogólne metody opisu matematycznego elementów i układów sterowania. Ciągłe, liniowe układy sterowania o stałych parametrach, transmitacje, odpowiedzi czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Opis w przestrzeni stanów. Sterowanie i obserwowanie. Analiza dynamiki układu liniowego. Synteza układu liniowego. Typowe odmiany regulatorów. Nieciągłe, liniowe układy sterowania o stałych parametrach. Nieliniowe układy sterowania o parametrach niezależnych od czasu. Typowe elementy nieliniowe i ich charakterystyki. Metody analizy układów nieliniowych. Układy przekaźnikowe dwu- i trójpołożeniowe. Sterowanie optymalne. Układy adaptacyjne.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr IV. . . . . 15 godz.  
 Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

### 4. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr V . . . . . 30 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## MIERNICTWO ELEKTRONICZNE

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
V	2 <sup>e</sup>	1	-	-
VI	2 <sup>e</sup>	-	3	-
VII	-	-	3	-

### 2. Treść wykładu

Semestr V . . . . . 30 godz.  
 Elementy procesu pomiarowego. Podstawowe procedury pomiarowe - ich modele i opis formalny. Informacyjne podstawy pomiarów. Sygnały pomiarowe. Nośniki informacji w sygnałach. Dziedziny: amplitudy, czasu i częstotliwości oraz danych. Przetwarzanie pomiarowe. Parametry i charakterystyki przetworników pomiarowych, Próbkowanie, pamiętanie, kwantowanie, kodowanie. Konwersja analogowo-cyfrowa i cyfrowo-analogowa. Podstawowe przetworniki pomiarowe parametrów i charakterystyk napięciowych sygnałów pomiarowych. Przetworniki pomiarowe R, L, C, Q, Z. Pomiary trzy- i czteropunktowe.

Semestr VI. . . . . 30 godz.  
 Pomiary napięć stałych i zmiennych. Pomiary mocy. Analiza kształtu sygnału. Analiza widmowa. Analiza "z tonem poszukującym" i w czasie rzeczywistym. Ograniczenia. Pomiary zniekształceń nieliniowych. Oscyloskopy. Analizatory układów logicznych. Systemy mikroprocesorowe w urządzeniach i systemach pomiarowych. Systemy pomiarowo - kontrolne. Kierunki rozwojowe współczesnej metrologii elektronicznej.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr V . . . . . 15 godz.  
 Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

### 4. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr VI. . . . . 45 godz.  
 Semestr VII . . . . . 45 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## TEORIA SYGNAŁÓW

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	Z	C	L	P
VII	2	-	-	-

2. Treść wykładu

Semestr VII . . . . . 30 godz.

Pojęcie sygnału. Klasyfikacja i parametry sygnałów. Sygnały deterministyczne i przypadkowe. Sygnały o skończonej energii i o skończonej mocy. Sygnały impulsowe, okresowe, quasiokresowe. Miary korelacji sygnałów przypadkowych. Analiza widmowa sygnałów. Zagadnienia interpolacji i aproksymacji sygnałów. Widma sygnałów okresowych i nieokresowych. Widmo gęstości energii i widmo gęstości mocy. Sygnały o ograniczonym paśmie. Twierdzenie o próbkowaniu. Cyfrowe przesyłanie sygnałów. Przekształcenie Hilberta. Pojęcie sygnału analitycznego. Dyskretne przekształcenie Fouriera. Szereg Fouriera procesu stochastycznego. Widmo gęstości mocy procesu stacjonarnego. Szumy w układach elektronicznych, obliczanie szumów. Modulacja sygnałów: modulacja AM, FM, PM; modulacja impulsowa PAM, PPM, PWM; modulacja PCM. Zwielokrotnienie częstotliwościowe i czasowe. Szumy w systemach modulacji, porównanie. Elementy statystycznej teorii detekcji podszumowej. Elementy teorii decyzji.

## TEORIA INFORMACJI

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
VII	1	1	-	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VII . . . . . 15 godz.

Pojęcie łącza informacyjnego, Łącza dyskretne, miary ilości informacji, przepustowość kanału. Twierdzenie Shannona. Łącza ciągłe, miary ilości informacji, przepustowość kanału. Elementy teorii kodowania. Kodowanie w łączach bez zakłóceń. Procedury Shannona i Huffmana. Kodowanie w łączach z zakłóceniami. Kody nadmiarowe.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr VII . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## SYSTEMY MIKROPROCESOWE

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
VI	2 <sup>e</sup>	-	-	-
VII	3 <sup>e</sup>	2	-	-

2. Treść wykładu

Semestr VI . . . . . 30 godz.  
Transfery informacji w systemie cyfrowym. Mikrooperacje i ich opis formalny. Typy mikrooperacji. Dekompozycja instrukcji. Organizacja jednostki centralnej systemu komputerowego. Struktura rejestrów, magistral, jednostek arytmetyczno-logicznych. Projektowanie sterowania obiektami zewnętrznymi jednostki centralnej. Mikroprocesor modułarny. Mikroprogramowalna jednostka sterująca. Komputer w ujęciu strukturalnym.

Semestr VII . . . . . 45 godz.  
Organizacja systemu mikroprocesowego. Podstawowe składniki systemu. Typy pamięci stosowane w systemach mikroprocesorowych. Podstawowe standardy w zakresie systemów mikroprocesorowych. Obiekty peryferyjne systemów. Struktura oprogramowania systemów mikroprocesorowych. Języki programowania systemów. Assembler jako podstawowe oprogramowanie systemowe. Języki wyższego rzędu zorientowane na systemy mikroprocesorowe. Systemy uruchomieniowe i ich oprogramowanie. Podstawowe algorytmy numeryczne. Operacje na liczbach wielokrotnej precyzji. Operacje zmiennoprzecinkowe. Operacje dziesiętne. Kierunki rozwoju systemów mikroprocesorowych. Procesory wielokontekstowe. Pamięci wirtualne. Oprogramowanie.

3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr VII. . . . . 30 godz.  
 Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.



## ELEMENTY ENERGOELEKTRONIKI

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VI	2 <sup>e</sup>	-	2	-
VII	2	-	2	-

2. Treść wykładu

Semestr VI . . . . . 30 godz.

Fizyka półprzewodnikowych struktur złączowych wielowarstwowych. Kryteria załączania. Załączanie napięciowe, radiacyjne, temperaturowe. Wyzwalanie bramkowe świetlne. Właściwości statyczne, parametry i charakterystyki tyrystorów i metody ich badania. Właściwości quasidynamiczne, parametry i charakterystyki tyrystorów i metody ich badania. Właściwości dynamiczne, parametry i charakterystyki tyrystorów i metody ich badania. Właściwości termiczne, parametry i charakterystyki tyrystorów i metody ich badania. Pomiar temperatur w stanach przejściowych, przy nagrzewaniu równomiernym i zlokalizowanym. Niestabilność cieplna. Konstrukcja i technologia tyrystorów. Przegląd metod technologicznych. Optymalizacja konstrukcyjna i technologiczna wybranych parametrów statycznych i dynamicznych. Zjawiska powierzchniowe. Metody ukosowania. Nowe rozwiązania konstrukcyjne. Odmiany tyrystorów i diod oraz pochodne struktury wielowarstwowe. Tyrystory lawinowe, diody lawinowe, fototyrystory, tyrystory wyłączalne, tyrystory odwrócone, tyrystory radarowe, struktury 4-zaciskowe typu SCS, struktury wielokrotne, wysokonapięciowe, struktury wielokrotne wieloprądowe. Zagadnienia niezawodności tyrystorów i pochodnych struktur wielowarstwowych. Nowe koncepcje fizyczne realizacji półprzewodnikowych elementów sterowania dużej mocy.

Semestr VII. . . . . 30 godz.

Elementy dyskretne układów wyzwalania bramkowego tyrystorów konwencjonalnych i dwukierunkowych. Budowa, parametry i charakterystyki elementów UJT, PUT, dioda Shockley'a, łącznik dwutranzystorowy, SUS, SBS, ATS, DIAC. Podzespoły sterowania bramkowego. Histereza

sterowania. Sterowanie z poziomowaniem cosinusoidy. Sterowanie ZVS. Wyzwalanie nadążne. Scalone mikroukłady sterujące i wyzwalające. Transoptory w układach sterowania brankowego. Projektowanie wybranych podzespołów. Elementy zabezpieczeń tyrystorów i diod energoelektronicznych. Elementy zabezpieczeń zwarciovych, przepięciowych, przeciwstromościowych, przeciwzakłóceniovych. Elementy i podzespoły dla współpracy szeregowej i równoległej tyrystorów i diod energoelektronicznych. Metody projektowania elementów i podzespołów energoelektroniki.

### 3.Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr VI . . . . . 30 godz.

Semestr VII . . . . . 30 godz.

Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## TECHNIKI INNOWACYJNE

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VII	2	-	-	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VII. . . . . 30 godz.

Pojęcia ogólne. Innowatyka. Pojęcia i klasyfikacja innowacji. Źródła innowacji. Proces innowacyjny. Sterowanie procesami innowacyjnymi. Struktura procesu innowacyjnego. Identyfikacja problemu i jego struktury. Formułowanie zadań i wskazanie sposobów realizacji. Analiza problemu. Wskazanie istoty i zakresu problemu. Wytypowanie kierunków poszukiwania rozwiązań. Strukturalizacja rozwiązań. Inicjowanie poszukiwań i generowanie pomysłów. Ustalenie wariantów rozwiązań i wytypowanie wariantów dopuszczalnych. Wybór wariantu optymalnego. Testowanie prototypu i sporządzenie dokumentacji. Wybrane techniki innowacyjne. Metody postulacji i inspiracji. Metody uzyskiwania informacji. Analiza wartości, ARZW, LEMACH. Przykłady wykorzystywania technik innowacyjnych.

## KONSTRUKCJA I TECHNOLOGIA APARATURY ELEKTRONICZNEJ

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VIII	2	-	-	1

### 2. Treść wykładu

Semestr VIII . . . . . 30 godz.

Ogólne zasady i metody projektowania i konstrukcji aparatury. Ergonomia w konstrukcji elektronicznej aparatury. Wpływ tolerancji elementów na parametry konstrukcji. Sprzężenia pasożytnicze w aparaturze i sposoby ich usuwania. Ciepłne warunki pracy urządzeń elektronicznych. Zabezpieczanie aparatury przed wymuszaniem mechanicznym. Działanie wilgoci na elementy elektronicznej aparatury i sposoby jej zabezpieczania. Zasady montażu aparatury. Metody oceny konstrukcji aparatury. Podzespoły i materiały konstrukcyjne. Wykorzystanie układów ISI oraz VLSI w konstrukcji nowoczesnej aparatury. Przykłady konstrukcji analogowych i cyfrowych przyrządów pomiarowych. Konstrukcja przyrządów przeznaczonych do pracy automatycznej lub w systemach pomiarowych. Wybrane źródła sygnałów pomiarowych. Wybrane zagadnienia konstrukcji systemów pomiarowych. Podstawowe jednostki funkcjonalne systemu i zagadnienia związane z ich konstrukcją. Przykłady rozwiązań. Ogólne zasady projektowania systemów pomiarowych. Projektowanie organizacji i konstrukcji systemu.

### 3. Ćwiczenia projektowe

Semestr VIII . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia projektowe dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## PRZEDMIOTY OBIERALNE

### ELEKTROMECHANICZNE PRZETWARZANIE ENERGII

#### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VII	3	1	-	-
VIII	-	-	2	-

#### 2. Treść wykładu

Semestr VII . . . . . 45 godz.

Zasada działania i budowy transformatorów, dławików i maszyn elektrycznych różnych typów od energetycznych do mikromaszyn i elementów automatyki włącznie.

Zasady napędu elektrycznego i regulacji układów napędowych ze szczególnym uwzględnieniem układów tyrystorowych, przekształtników i mikroprocesorów.

Zasady uogólnionej teorii elektromechanicznego przetwarzania energii. Modele matematyczne układów elektromechanicznych /maszyny, głośniki, przetworniki informacji/.

Wyznaczanie parametrów w oparciu o teorię elektrodynamiki technicznej.

#### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr VII . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

#### 4. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr VIII . . . . . 30 godz.

Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## PRZEMYSŁOWE SYSTEMY POMIAROWO-KONTROLNE

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VII	2	-	-	-
VIII	-	-	3	-

2. Treść wykładu

Semestr VII . . . . . 30 godz.  
 Problemy automatyzacji eksperymentu. Eksperyment, kontrola. indentyfikacja, diagnostyka. Automatyzacja procesu pomiarowego. Pole receptorowe systemu. Schemat organizacyjny systemu pomiarowego. Szyny: danych, kontrolna, adresowa. Akwizycja i przetwarzanie danych. Standardowy interfejs IEEE/IEC. Struktura i organizacja szyn. Cykl współpracy, sekwencje typowych operacji. System cyfrowy w systemie pomiarowym: funkcje kontrolera i urządzenia-bloku obliczeniowego. Problem dopasowania informacyjnego. Przykłady organizacji systemów pomiarowych.

3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr VIII . . . . . 45 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## PRZEKSZTAŁTNIKI

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
VII	2	-	-	-

2. Treść wykładu

Semestr VII . . . . . 30 godz.

Systematyka przekształtników. Cechy podstawowe zaworów. Metody analizy przekształtników w stanach statycznych i dynamicznych. Wskaźniki jakościowe przekształcania mocy. Wskaźniki energetyczne. Analiza harmoniczna. Przekształtniki ze sterowaniem fazowym. Prostowniki sterowane jedno- i wielopulsowe przy jednej grupie komutacyjnej. Układy z większą liczbą grup komutacyjnych. Mostki trójfazowe 6D, 6T, 3T, 3D. Mostki wielokrotne. Wpływ impedancji obwodu zasilania i komutacja. Układy filtrujące. Sieciowzbudna praca falownika. Falownik wzbudzony kompensatorem synchronicznym. Warunki stateczności pracy falownika. Układy nawrotne dwukwadratowe przełączane i czterokwadratowe z prądem obwodowym i bez prądu obwodowego. Cyklokonwertery. Sterowanie programowe. Charakterystyki sterowania. Wskaźniki jakościowe. Filtry. Sterowniki mocy prądu przemiennego - podstawowe wskaźniki, parametry i charakterystyki. Sterowniki impulsowe mocy prądu przemiennego. Analiza wybranych układów niezależnych, równoległych, szeregowych, mieszanych. Wskaźniki i charakterystyki, granice obciążeń. Regulacja napięcia. Układy z modulacją szerokości impulsu. Sterowniki impulsowe mocy prądu stałego. Przetwornice statyczne napięcia stałego. Stabilizatory impulsowe napięcia stałego. Systemy stabilizacji. Wskaźniki. Dynamika. Generacja harmonicznych w układach przekształtnikowych.

## MIERNICTWO ENERGOELEKTRONICZNE

1. Godziny zajęć tygodniowe w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
VIII	2	-	-	-
IX	-	-	3	-

2. Treść wykładu

Semestr VIII . . . . . 30 godz.  
 Specyfika pomiarów w układach energoelektronicznych. Podstawowa i specjalna aparatura metrologiczna wielkości elektrycznych przebiegów odkształconych. Metrologia elementów energoelektroniki w zakresie parametrów statycznych, quasidynamicznych, dynamicznych i cieplnych. Pomiar ciepłno-wentylacyjne w układach energoelektronicznych. Badania wpływu narażeń środowiskowych. Badania niezawodnościowe. Metody i układy metrologiczne do badań podzespołów, układów i urządzeń energoelektroniki w stanach statycznych i dynamicznych. Wytyczne testowania i diagnostyki układów i urządzeń energoelektronicznych. Badania i ocena aparatury metrologicznej. Układy pomiarowe z mikroprocesorami. Automatyzacja pomiarów. Nowoczesne metody rejestracji wyników pomiarów.

3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr IX . . . . . 45 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.



## WYBRANE UKŁADY I URZĄDZENIA ENERGOELEKTRONIKI

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VIII	3	-	-	-
IX	-	-	3	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VIII . . . . . 45 godz.  
 Analiza wybranych układów przekształtników sieciowzbudnych. Analiza wybranych układów sterowników i regulatorów prądu przemiennego o działaniu ciągłym. Sterowniki i regulatory prądu przemiennego o działaniu impulsowym. Systemy sterowania. Synteza charakterystyk sterowania wieloschodkowego. Systemy przemiany częstotliwości. Synteza przebiegu sinusoidalnego. Optymalizacja programu sterowania. Analiza wybranych układów tyrystorowych przerywaczy prądu stałego. Teoria i projektowanie. Zagadnienia dynamiki. Przykłady zastosowań. Analiza wybranych układów falowników równoległych, szeregowych i szeregowo-równoległych. Teoria stanów statycznych i dynamicznych. Falowniki z modulacją szerokości impulsu. Analiza wybranych układów tyrystorowych generatorów impulsów wielkiej mocy. Zagadnienia dynamiki elementów i podzespołów. Sterowanie i zabezpieczanie. Tyrystorowe łączniki bezstykowe prądu przemiennego i stałego. Regulatory oświetlenia. Regulatory temperatury. Regulatory napędu. Regulatory mocy biernej. Generatory elektrotermiczne. Generatory ultradźwiękowe. Zagadnienia oddziaływania układów i urządzeń energoelektroniki na układy zasilające. Zakłócenia radioelektryczne. Urządzenia tyrystorowe powszechnego użytku.

### 3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr IX . . . . . 45 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## SYSTEMY CYFROWE W ENERGOELEKTRONICE

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VIII	2	-	-	-
IX	-	-	3	-

2. Treść wykładu

Semestr VIII . . . . . 30 godz.  
 Specyfika układów i urządzeń energoelektronicznych. Zasady sterowania. Zastosowanie układów cyfrowych w układach sterowania. Specjalizowane układy scalone do sterowników i regulatorów. Pamięci półprzewodnikowe jako elementy układów sterujących. Programatory pamięci półprzewodnikowych. Mikroprocesorowe systemy sterowania i regulacji. Zasady projektowania. Przegląd rozwiązań systemowych. Specyfika programów sterowania. Zagadnienia sprzężeń i dopasowań układów pomiarowych, sterujących i wykonawczych. Zasady budowy i eksploatacji systemów cyfrowych w energoelektronice. Eliminacja zakłóceń i interakcji. Diagnostyka uszkodzeń w systemach cyfrowych.

3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr IX . . . . . 45 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## TECHNIKA ULTRADŹWIEKÓW

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VIII	2	-	-	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VIII . . . . . 30 godz.

Fale ultradźwiękowe - pojęcia podstawowe, parametry, propagacja. Akustyczne właściwości materiałów. Właściwości i skutki działania ultradźwięków. Teoria ultradźwiękowych przetworników elektromechanicznych oraz elektryczne metody wytwarzania ultradźwięków - przetworniki piezomagnetyczne i piezoelektryczne. Generatory ultradźwiękowe. Koncentratory i transformatory ultradźwięków. Metody pomiarowe. Wybrane działy zastosowań w telekomunikacji, hydrolokacji, defektoskopii, badaniach makro- i mikrostruktury, diagnostyce, budownictwie, metalurgii, przemyśle metalowym, spożywczym, tekstylnym, papierniczym, chemicznym, w energetyce, biologii, farmacji, medycynie i stomatologii.

## APARATURA ULTRADŹWIEKOWA

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
IX	3	-	2	-

### 2. Treść wykładu

Semestr IX . . . . . 45 godz.  
 Szczególne właściwości i skutki działania ultradźwięków. Metody wytwarzania ultradźwięków. Technika i aparatura miernictwa ultradźwiękowego. Aparatura diagnostyczna, hydrolokacyjna i telekomunikacyjna. Modulatory laserowe. Filtry i linie opóźniające. Aparatura ultradźwiękowa w przemyśle: metalurgia, oczyszczenie, lutowanie, zgrzewanie, erozja. Aparatura ultradźwiękowa w biologii i farmacji.

### 3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr IX . . . . . 30 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## ENERGOELEKTRONICZNE URZĄDZENIA ELEKTROTERMII

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
IX	3	-	2	-

### 2. Treść wykładu

Semestr IX . . . . . 45 godz.  
Encyklopedia metod elektrotermicznych średniej, wielkiej i ultra-  
wielkiej częstotliwości. Encyklopedia układów generacyjnych do ce-  
lów elektrotermicznych. Specyfika pracy elektronicznych generato-  
rów przemysłowych w.cz. do nagrzewania indukcyjnego. Elementy i  
podzespoły. Specyfika zasilania. Sterowanie i automatyzacja. Ge-  
neratory przemysłowe w.cz. do nagrzewania dielektrycznego. Zasi-  
lanie. Zabezpieczenia. Zgrzewarki dielektryczne w.cz. Specyfika  
pracy. Typowe układy. Sterowanie. Kuchnie mikrofalowe. Typowe roz-  
wiązania. Typowe układy przekształtników tyrystorowych do celów  
nagrzewania indukcyjnego. Automatyzacja tyrystorowych przekształ-  
tników elektrotermicznych. Zabezpieczenia w tyrystorowych przeksz-  
tałtnikach elektrotermicznych.

### 3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr IX . . . . . 30 godz.  
Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## ENERGOELEKTRONICZNE URZĄDZENIA TRAKCYJNE

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
IX	3	-	2	-

### 2. Treść wykładu

Semestr IX . . . . . 45 godz.  
 Wiadomości ogólne o kolei. Systemy trakcji elektrycznej z prze-  
 kształtnikami tyrystorowymi w taborze. Układy impulsowe w pojaz-  
 dach trakcyjnych prądu stałego. Pojazdy trakcyjne prądu stałego z  
 silnikami asynchronicznymi i falownikami trójfazowymi. Układy ste-  
 rowania i zabezpieczeń w taborze z przekształtnikami tyrystorowymi  
 w obwodzie głównym. Sygnalizacja kolejowa oraz urządzenia stero-  
 wania ruchem na stacji i na szlaku. Punktowe przekazywanie infor-  
 macji. Ciągłe przekazywanie informacji obwodem torowym i między-  
 szynowym. Systemy nadrzędny i podstawowy automatycznego prowadze-  
 nia pociągu.

### 3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr IX . . . . . 30 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## WYBRANE PROBLEMY KONWERSJI A/D I D/A

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VII	2	-	2	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VII . . . . . 30 godz.

Przetworniki funkcyjne A/D i D/A. Typowe zastosowania do wstępnej obróbki sygnałów. Przetworniki typu delta-sigma. Parametry i charakterystyki, typowe zastosowania. Przetworniki analogowo-stochastyczno-cyfrowe: zasada działania, parametry i charakterystyki zastosowanie. Bardzo szybkie przetworniki A/D: równoległe, równoległo - szergowe, kompensacyjno-równoległe, propagacyjne. Zasada konwersji, parametry i charakterystyki dynamiczne bardzo szybkich przetworników A/D. Współpraca przetworników A/D i D/A z mikroprocesorami. Podstawowe rodzaje współpracy: w systemie przerwań, w kanale DMA.

Programowa realizacja konwersji A/D. Cechy szczególne współpracy przetworników A/D i D/A z mikroprocesorami.

## APARATURA TELEELEKTRONIKI

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VII	2	-	-	-
VIII	-	-	2	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VII . . . . . 30 godz.  
 Parametry podstawowych podzespołów stosowanych w teleelektronice. Obwody wejściowe, wzmacniacze w.cz., mieszacze, wzmacniacze p.cz. detektory obwiedni stosowane w odbiornikach radiowych. Detektory synchroniczne AM, DSB SC i SSB SC. Układy automatycznej regulacji wzmocnienia w odbiornikach radiowych i odbiornikach TV. Wzmacniacze p.cz. i ograniczniki odbiorników FM oraz tor różnicowy odbioru fonii OTV. Detektory sygnałów FM. Stereodekodery. Wzmacniacze p. cz. wizji i wzmacniacze sygnału wizji OTV. Układy selektorów i separatorów impulsów synchronizacji, układy synchronizacji i odchylania pionowego i poziomego OTV. Układy zasilania kineskopów czarno - białych i kolorowych. Dekodery SECAM. Magnetyczny zapis sygnałów wizyjnych.

### 3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr VIII . . . . . 30 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.



## SYSTEMY AKWIZYCJI DANYCH

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
VIII	2	-	2	-

2. Treść wykładu

Semestr VIII . . . . . 30 godz.  
 Problem dopasowania sygnałowego pola receptorowego z multipleksem analogowym. Analiza pracy multipleksa analogowego, charakterystyki statyczne i dynamiczne. Organizacja czasowa współpracy w torze multipleksa analogowy - układ próbkujący z pamięcią - przetwornik A/D. Parametry i charakterystyki dynamiczne tego toru a charakterystyki dynamiczne sygnałów analogowych. Sygnały wchodzące w skład szyny kontrolnej systemu akwizycji danych. Problem sprzęgnięcia systemu akwizycji danych z systemem cyfrowym, w szczególności mikroprocesorowym. Aspekty: dopasowania dynamicznego oraz informacyjnego. Podstawowe algorytmy wstępnej obróbki sygnałów w systemie akwizycji danych.

3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr VIII . . . . . 30 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## MIERNICTWO TELETECHNICZNE

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VIII	2	-	2	-

2. Treść wykładu

Semestr VIII . . . . . 30 godz.

Aparatura pomiarowa stosowana w miernictwie teletechnicznym: generatory pomiarowe i specjalne, Pomocniczy sprzęt pomiarowy. Pomiar parametry sygnałów telekomunikacyjnych. Pomiar parametry czwórników: impedancji, tłumienności, przesuwności, asymetrii, niedopasowania i niezarównoważnienia. Pomiar parametry linii i torów transmisyjnych, podstawowe pomiary dokonywane w liniach i torach współosiowych, pomiary sprzężeń, przesłuchu, lokalizacja uszkodzeń. Wybrane zagadnienia dotyczące pomiarów w telekomutacji, telegrafii i telefonii. Zastosowania techniki cyfrowej, automatyzacja pomiarów teletechnicznych.

3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr VIII . . . . . 30 godz.

Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## PAMIĘCI PÓŁPRZEWODNIKOWE

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VII	2	-	-	-
VIII	-	-	2	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VII . . . . . 30 godz.  
 Podstawowe technologie wykonywania pamięci. Budowa typowych komórek pamięci statycznych. Budowa komórek pamięci dynamicznych. Technologia pamięci stałych. Pamięci programowalne maską. Pamięci programowalne elektrycznie - kasowalne ultrafioletem. Pamięci programowalne i kasowalne elektrycznie. Pamięci na układach ze sprzężeniem ładunkowym. Pamięci quasianalogowe. Pamięci pęcherzykowe z wybieraniem magnetycznym. Pamięci pęcherzykowe z wybieraniem prądowym. Budowa płytów pamięci. Projektowanie zespołów pamięci dynamicznych. Diagnostyka układów scalonych pamięci i dużych zespołów pamięciowych.

### 3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr VIII . . . . . 30 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## TELEKOMUTACJA

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
IX	2	-	2	-

2. Treść wykładu

Semestr IX . . . . . 30 godz.  
 Określenie telekomutacji i sieci telekomutacyjnej. Zadania urządzeń komutacyjnych. Uogólniony model urządzenia komutacyjnego. Ogólny opis zestawiania połączenia. Zagadnienia ruchu telefonicznego. Model układu obsługi masowej. Opis procesu obsługi. Godzina największego ruchu. Stan równowagi statystycznej. Wzór Erlanga. Podstawowe elementy łączeniowe elektromagnetyczne i elektroniczne. Sieci dróg rozmównych. Struktury pól komutacyjnych. Układy wielosekcyjne. Modulacja PAM, PCM, PDM. Pole komutacyjne systemu E-10. Zasadnicze procesy komutacyjne. Nadzór - funkcje i realizacja. Wybór- funkcje i realizacja. Odbiór cyfr abonenta - realizacja klasyczna i programowana. Współpraca urządzeń komutacyjnych. Charakterystyka sieci telekomunikacyjnej.

3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr IX . . . . . 30 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## SYSTEMY TELEMETRYCZNE

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
IX	2	-	2	-

### 2. Treść wykładu

Semestr IX . . . . . 30 godz.  
 Sygnały występujące w teledziennym. Dopasowanie sygnałów do systemów teledziennych. Klasyfikacja systemów. Systemy prądowo-analogowe. Przetworniki pomiarowe. Przetwarzanie bezpośrednie i kompensacyjne. Systemy analogowo - częstotliwościowe. Zakresy częstotliwości. Przetworniki analogowo - częstotliwościowe. Niskoczęstotliwościowy system elektroenergetyczny. Systemy impulsowe. Czasowy rozdział sygnałów. Nadajniki i odbiorniki systemów impulsowych. Systemy cyfrowe. Kody. Urządzenia kodujące i dekodujące. Niezawodność i odporność na zakłócenia. Dokładność, przepustowość i koszty realizacji różnych systemów teledziennych.

### 3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr IX . . . . . 30 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## DIAGNOSTYKA SYSTEMÓW CYFROWYCH

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
VIII	2	-	-	-
IX	-	-	3	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VIII . . . . . 30 godz.  
 Zakres pojęciowy dziedziny Diagnostyka Techniczna. Metody, cele i zadania diagnostyki systemów w aspektach : struktury, funkcji, miejsca i poziomu analizy. Analiza układów kombinacyjnych. Problemy generacji testów diagnostycznych. Analiza i wykrywanie uszkodzeń w systemach sekwencyjnych. Diagnostyka systemów pamięciowych. Diagnostyka systemów komputerowych. Wymienność realizacji sprzętowych i programowych. Aparatura diagnostyki systemów cyfrowych. Metody badań systemów i analiza w dziedzinie danych. Programowalne środki diagnostyki systemów.

### 3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr IX . . . . . 45 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## TECHNIKA LASEROWA

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
VIII	2	-	2	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VIII . . . . . 30 godz.

Podstawowe wiadomości na temat własności promieniowania laserowego. Fizyczne podstawy do opisu wzajemnych oddziaływań pól elektromagnetycznych i ciał stanowiących ośrodki czynne w elektronice kwantowej. Wzmacniacze światła: z falą bieżącą, rezonatorowe. Lasery: z czynnym ciałem stałym /rubinowy i neodymowy/, z czynnym ciałem gazowym /helowo-neonowy, CO<sub>2</sub> i argonowy/, półprzewodnikowe. Lasery z modulowaną dobrocią rezonatora. Laserowe zwielokrotnia - oze częstotliwości. Zastosowanie laserów - opis ogólny. Bezpieczeństwo i higiena pracy z laserami.

### 3. Ćwiczenia

Semestr VIII . . . . . 30 godz.

Laboratorium zagadnień zawartych w treści wykładu.

## APARATURA ELEKTROAKUSTYKI

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
IX	3	-	-	-

### 2. Treść wykładu

Semestr IX . . . . . 45 godz.

Akustyka psychofizjologiczna, percepcja podstawowych bodźców akustycznych, zrozumiałość i wyrazistość mowy, audiometria. Akustyka wnętrz. Klasyczne metody analizy pola akustycznego w obszarach ograniczonych, zasady projektowania akustycznego wnętrz, metody pomiarów akustycznych i metody oceny właściwości pola akustycznego. Przetworniki elektroakustyczne: mikrofony i głośniki, klasyfikacja, skuteczność i charakterystyka skuteczności, właściwości kierunkowe, metody pomiarów. Głowice magnetyczne i gramofonowe. Elementy toru elektroakustycznego: wzmacniacze, filtry i korektory, mierniki wysterowania, komandery, układy redukcji szumów, magnetofony, gramofony, zastosowanie techniki cyfrowej. Stoły mikerskie, parametry toru i metody kształtowania sygnału m.cz. Pomiar parametry toru. Zniekształcenia sygnału, metody pomiarów. Systemy elektroakustyczne: mono-, stereo- i tetrafoniczne. Systemy nagłośnieniowe. Właściwości akustyczne instrumentów muzycznych, moc promieniowania, dynamika, zakres częstotliwości, charakterystyki kierunkowe. Technika studyjna.



## ELEKTRONICZNA APARATURA MEDYCZNA

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
IX	3	-	-	-

2. Treść wykładu

Semestr IX . . . . . 45 godz.  
 Potencjały bioelektryczne. Człowiek jako źródło sygnałów biologicznych. Sygnał biologiczny jako informacja o stanie organizmu. Metody odbioru i konwersji sygnałów biologicznych. Podstawowa aparatura diagnostyczna: EKG, EEG. Pomiar hemodynamiczne. Diagnostyka ultradźwiękowa. Diagnostyka radioizotopowa. Aparatura audiometryczna.

Aparatura terapeutyczna. Fizykoterapia w.cz. Fizykoterapia ultradźwiękowa. Zastosowanie bodźców elektrycznych: defibrylacja, stymulacja. Organizacja ośrodka intensywnego nadzoru szpitalnego. Podstawowe problemy anestezjologii. Wybrana aparatura anestezjologiczna. Trendy rozwojowe elektronicznej aparatury medycznej.

## PROGRAMOWALNY SPRZĘT POWSZECHNEGO UŻYTKU

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
IX	3	-	-	-

2. Treść wykładu

Semestr IX . . . . . 45 godz.  
 Przegląd systemów mikroprocesorowych. Mikrokomputery scalone. Przy-  
 kłady zastosowań w domowym sprzęcie radiotelewizyjnym oraz w  
 zautomatyzowanym sprzęcie gospodarstwa domowego. Komputery perso-  
 nalne. Gry telewizyjne. Zastosowanie mikrokomputerów w technice  
 motoryzacyjnej. Wybrane zagadnienia programowania.

## WYBRANE ZAGADNIENIA TEORII OBWODÓW ELEKTRONICZNYCH

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
VII	3	-	-	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VII . . . . . 45 godz.

Obwody rezystancyjne. Przegląd metod opisu liniowych  $n$ -wrotników. Wzmocnienie napięciowe i prądowe w obwodach pasywnych. Topologii - czne warunki rozwiązalności obwodów nieliniowych zawierających oporniki lokalnie pasywne. Istnienie rozwiązań w obwodach zawierających elementy lokalnie aktywne.

Obwody diodowo-tranzystorowe. Istnienie i jednoznaczność rozwiązań dla dowolnych wartości wymuszeń. Twierdzenia Sandberga i Wilksa. Obliczanie nieliniowych obwodów dc. Zasada odwzorowań zwęzających Banacha i jej zastosowanie do generacji metod analizy obwodów nieliniowych. Metoda Newtona-Raphsona, warunki zbieżności procesu iteracyjnego.

Wybrane zagadnienia analizy nieliniowych obwodów dynamicznych. Synteza układów nieliniowych przy użyciu wzmacniaczy operacyjnych i elementów sterowanych. Realizacja liniowych  $n$ -wrotników rezystancyjnych, liniowych konwerterów transformacyjnych i elementów sterowanych. Synteza układów nieliniowych opisanych funkcjami wymiernymi. Zastosowanie kontynuant i wielomianów ortogonalnych w procesie syntezy.

## WYBRANE ZAGADNIENIA Z TEORII NIEZAWODNOŚCI

### 1. Godziny zajęć tygodniowo według planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VII	2	-	-	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VII . . . . . 30 godz.

Pojęcie uszkodzenia /niesprawności/. Klasyfikacja uszkodzeń. Stan zdatności i niezdatności. Nieuszkodzalność, trwałość, naprawialność. Wskaźniki niezawodności elementu i systemu.

Proces powstawania uszkodzeń elementu. Impulsowe, kumulacyjne i relaksacyjne działanie obciążeń. Statystyczne rozkłady uszkodzeń elementów.

Estymacja punktowa i przedziałowa parametrów rozkładów statystycznych. Przedziały tolerancji statystycznej.

Dobór modelu statystycznego do opisu niezawodności elementu. Testy zgodności: chi-kwadrat, omega-kwadrat, Cochрана i Hartleya. Struktura niezawodnościowa systemów. Proces eksploatacji systemu. Funkcja naprawialności systemu. Funkcja odnowy systemu. Strategie odnowy /odnowa awaryjna, odnowa w ustalonym czasie, odnowa prewencyjna/. Elementy teorii rezerwowania. Rodzaje rezerwowania. Optymalizacja zapasów części zamiennych.

Klasyfikacje badań niezawodnościowych. Metody badań kontrolnych. Metody badań rozpoznawczych. Badania przyspieszone niezawodności.

## MODELOWANIE PRZYRZĄDÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH I UKŁADÓW SCALONYCH

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VII	2	-	-	1

### 2. Treść wykładu

Semestr VII . . . . . 30 godz.

Znaczenie modeli przyrządów półprzewodnikowych w komputerowym projektowaniu układów elektronicznych. Klasyfikacja i kryteria dokładności modeli. Modele stałoprądowe i małosygnałowe diod. Modele tranzystora bipolarnego: Ebersa-Molla, Gummela-Poona, Fossuma. Dokładność modeli tranzystora bipolarnego. Modele tranzystora bipolarnego. Modele tranzystora polowego złączowego i MOS. Modele ciągle. Metodyka opracowania modeli układów scalonych. Makromodelle bramek cyfrowych i wzmacniaczy operacyjnych. Identyfikacja parametrów modeli. Przykłady implementacji modeli w programie analizy układów elektronicznych NAP 2. Modele specjalne: do analizy zniekształceń, szumów, analizy tolerancji, modele o parametrach rozłożonych. Ogólna metodyka tworzenia modeli: modele fizyczne i modele zaciskowe.

### 3. Ćwiczenia projektowe

Semestr VII . . . . . 15 godz.

Ćwiczenia projektowe dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## WYBRANE ZAGADNIENIA PROJEKTOWANIA KOMPUTEROWEGO

1. Godziny zajęć tygodniowo wg planu studiów:

Semestr	W	Ć	L	P
VIII	2	-	2	3

2. Treść wykładu:

Semestr VIII . . . . . 30 godz.

Wprowadzenie: modele elementów wykorzystywane w typowych programach. Tworzenie programów o formacie ustalonym (PAUT - Program Analizy Układów Tyristorowych). Metodyka modelowania tyristora do celów analizy numerycznej. Omówienie możliwości zastosowania programu PAUT do analizy układów tyristorowych. Tworzenie programów o formacie dowolnym (NAP-2). Ogólne zasady układania programów do analizy układów elektronicznych. Omówienie możliwości korzystania z programu NAP 2 z uwzględnieniem biblioteki makromodeli przyrządów półprzewodnikowych i układów scalonych.

3. Ćwiczenia laboratoryjne:

Semestr VIII . . . . . 30 godz.

Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści programu.

4. Ćwiczenia projektowe:

Semestr VIII . . . . . 45 godz.

Ćwiczenia projektowe dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## METODY ANALOGOWEJ I CYFROWEJ OBRÓBKİ SYGNAŁÓW

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VIII	2	-	-	3

### 2. Treść wykładu

Semestr VIII . . . . . 30 godz.  
 Procesy i obiekty rzeczywiste jako źródła sygnałów. Struktura sygnałów i jego dziedziny. Klasyfikacja sygnałów i modele matematyczne sygnałów rzeczywistych. Nośniki informacji w sygnale. Akwizycja i przechowywanie sygnałów, pamięci magnetyczne i półprzewodnikowe. Analogowe metody analizy sygnałów: konwersacja wstępna. Wyznaczanie charakterystyk sygnału w dziedzinach amplitudy oraz czasu i częstotliwości. Przekształcenie Wienera-Chinoczyna. Cyfrowe metody analizy sygnałowej: filtracja jedno- i dwuwymiarowa, FFT, zastosowanie formalistyki szeregów czasowych. Konwersja homomorficzna. Sygnały dwuwymiarowe i elementy ich analizy. Zastosowanie mikroprocesorów sygnałowych do analizy sygnałów.

### 3. Ćwiczenia projektowe

Semestr VIII . . . . . 45 godz.  
 Zajęcia projektowe dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## WYBRANE ZAGADNIENIA OPTOELEKTRONIKI

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
VIII	2	-	-	-
IX	-	-	3	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VIII . . . . . 30 godz.  
 Fotonowa struktura promieniowania i prawa promieniowania ciała czarnego. Emisyjność ciał rzeczywistych. Źródła promieniowania . Luminescencja. Przejścia promieniste i niepromieniste w półprzewodnikach. Materiały elektroluminescencyjne. Elektroluminescencja w złączach p-n. Diody elektroluminescencyjne i lasery złączowe. Oddziaływanie promieniowania na półprzewodnik. Emisja fotoelektryczna. Absorpcja promieniowania. Optyczna generacja nośników. Foto-przewodnictwo. Ogniwa fotoelektryczne. Fotodiody, fotorezystory , fototranzystory i fototyristory. Transoptory, układy linearyzacji i stabilizacji parametrów. Optyczna transmisja sygnałów. Modulacja promieniowania. Detekcja optyczna. Inne zastosowania zjawisk optycznych: lampy analizujące, wzmacniacze światła.

### 3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr IX . . . . . 45 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.



## ELEMENTY TEORII KODÓW

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
VIII	2	-	-	-

2. Treść wykładu

Semestr VIII. . . . . 30 godz.

Podstawy teorii dyskretnych procesów stochastycznych. Procesy Markowa. Entropia procesów i jej rodzaje. Struktura systemu przesyłania informacji cyfrowych /SPI/. Dyskretne kanały informacyjne i ich modele. Klasyfikacja kodów: równomierne, systematyczne, blokowe, łańcuchowe. Kody efektywne. Procedura Shannona. Procedura Huffmana. Kody liniowe i ich własności. Przykłady kodów liniowych. Dekodowanie kodów liniowych. Problemy techniczne realizacji kodów liniowych. Kody cykliczne i ich własności. Przykłady kodów cyklicznych. Dekodowanie kodów cyklicznych. Problemy technicznej realizacji kodów cyklicznych. Kody rekurencyjne.

## TRANSMISJA SYGNAŁÓW CYFROWYCH

1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
VIII	2	-	-	-

2. Treść wykładu

Semestr VIII . . . . . 30 godz.  
Własności kodów liniowych. Przykłady kodów liniowych. Kody Hamminga. Kody Reeda-Mullera. Kody iterowane. Kody cykliczne. Kody Bose-Chaudhuri-Hocquenghema. Kody cykliczne z błędami seryjnymi. Kody rekurencyjne. Problemy technicznej realizacji algorytmów kodowania i dekodowania. Systemy ze sprzężeniem zwrotnym decyzyjnym i informacyjnym. Systemy wielodostępne. Kanały telekomunikacyjne do transmisji danych. Transmisja danych w sieci telefonicznej. Transmisja danych w sieci telegraficznej. Systemy teleprzetwarzania i sieci komputerowe. Informacja o pracach CCITT w dziedzinie transmisji danych.

## WYBRANE ZAGADNIENIA CYFROWYCH UKŁADÓW VLSI

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
IX	2	-	3	-

### 2. Treść wykładu

Semestr IX . . . . . 30 godz.  
 Zagadnienia technologii układów VLSI. Technologie HMOS, VMOS, Iso-planar. Wersje znanych technologii w zastosowaniu do układów VLSI. Specjalizowana aparatura produkcyjna układów VLSI. Architektura systemów VLSI. Specjalizowane systemy cyfrowe. Systemy do wspomagania projektowania i automatycznego projektowania układów VLSI. Zagadnienia testowania układów VLSI. Scalenie podłożowe.

### 3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr IX . . . . . 45 godz.  
 Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.

## UKŁADY ANALOGOWE Z PRZELĄCZANYMI KONDENSATORAMI

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	Ć	L	P
IX	2	2	-	-

### 2. Treść wykładu

Semestr IX . . . . . 30 godz.

Układy z przełączanymi kondensatorami jako konsekwencja rozwoju technologii układów scalonych LSI. Opis układów SC w postaci rekurencyjnej /czasowej/ jako punkt wyjściowy do analizy. Charakterystyki czasowe układów SC: wielofazowych, korzyści i ograniczenia wynikające ze stosowania układów dwufazowych. Charakterystyki częstotliwościowe układów SC: FFT i przekształcenie Z. Wykorzystanie transpozycji Z do analizy układów dwufazowych. Koncepcja funkcji przejścia na drodze parzystej i nieparzystej. Analiza czwórnikowa SC układów przy 50% wypełnieniu impulsów w układzie taktującym. Metody syntezy filtrów SC: w oparciu o prototypy RLC, symulacja indukcyjności, zyratorów FNDR, w oparciu o bezpośrednią realizację zadanej transmitacji. Metody komputerowej analizy układów SC. Technologia układów scalonych a układy SC.

### 3. Ćwiczenia audytoryjne

Semestr IX . . . . . 30 godz.

Ćwiczenia dotyczą zagadnień zawartych w treści wykładu.

## FIZYKA CIAŁA STAŁEGO

### 1. Godziny zajęć tygodniowo w/g planu studiów

Semestr	W	C	L	P
VII	2	-	-	-
VIII	-	-	2	-

### 2. Treść wykładu

Semestr VII . . . . . 30 godz.

Zarys elementarnej mechaniki kwantowej. Klasyfikacja ciał stałych. Drgania i ciepło właściwe sieci krystalicznej. Defekty w kryształach. Elementy fizyki statystycznej. Gaz Fermiego elektronów swobodnych. Pasma energetyczne. Zjawiska transportu i ciepło właściwe metali. Nadprzewodnictwo. Kryształy półprzewodnikowe. Optyczne własności półprzewodników. Własności półprzewodników i metali w silnych polach magnetycznych. Własności dielektryczne. Kryształy ferroelektryczne. Diamagnetyzm i paramagnetyzm. Ferromagnetyzm i antyferromagnetyzm. Zjawiska optyczne w izolatorach.

### 3. Ćwiczenia laboratoryjne

Semestr VIII. . . . . 30 godz.

Laboratorium dotyczy zagadnień zawartych w treści wykładu.



# PLAN STUDIÓW

dla kierunku: Elektronika

**Specjalność:**

**T<sup>M</sup>-Studia Techniczne  
Magisterskie**

**Arkusz 1**

## I. KALENDARZ GRAFICZNY STUDIÓW

## II. Wykorzystanie tygodni w okresie trwania studiów

[illegible]

**Zajęcia**

**Zajęcia**

☐ Sesja

☐ Sesja

Praktyki

Praktyki

Praca dyplomowa

Praca dyplomowa

☐ Wakacje☐ Wakacje

### III. R O Z K Ł A D   Z A J Ę Ć

L. p.	NAZWA PRZEDMIOTU	Rozdział na semestr		GODZINY						Rozdział zajęć programowych na semestr																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		Egzamin	Zaliczenia	Razem	w tym					Semestr I tygodni:	II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
					Wykłady	Ćwiczenia	Laboratorium	Prace projektowe	Ilość godzin w tygodniu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
									W	C	L	P	W	C	L	P	W	C	L	P	W	C	L	P	W	C	L	P	W	C	L	P	W	C	L	P																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1.	Wychowanie fizyczne			/150/						22		2		1		1		2		2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											



# T<sup>M</sup>-Studia Techniczne Magisterskie

dla kierunku: Elektronika

**Specjalność:** APARATURA ELEKTRONICZNA

## Arkusz 2

## I. KALENDARZ GRAFICZNY STUDIÓW

[illegible]

Oznaczenia	<input type="checkbox"/>	Zajęcia na uczelni	<input checked="" type="checkbox"/>	Sesja egzaminacyjna	<input type="checkbox"/>	+	Praktyki uczelniane	<input type="checkbox"/>	Praca dyplomowa łącznie z egzaminem dyplomowym	<input type="checkbox"/>	Wakacje
------------	--------------------------	--------------------	-------------------------------------	---------------------	--------------------------	---	---------------------	--------------------------	--	--------------------------	---------

## II. Wykorzystanie tygodni w okresie trwania studiów

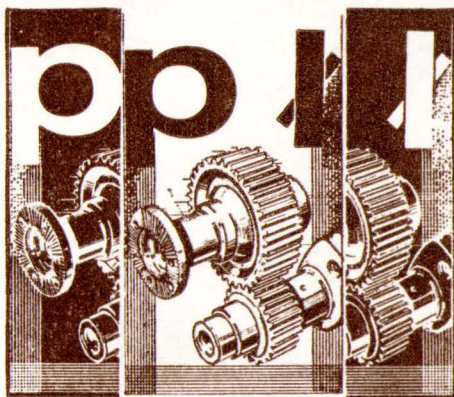
[illegible]

### III. R O Z K Ł A D Z A J Ę Ć

[illegible]

PODR.

SYGN.  $\frac{378.662 (438)}{1 h}$



EX LIBRIS

politechnika łódzka • łódź • biblioteka